

**POTENCIAL DE CONECTIVIDADE DE PAISAGENS DE MATA ATLÂNTICA VIA POLINIZAÇÃO POR
MARIPOSAS E MODELAGEM ATMOSFÉRICA (RJ – MG)**

CONNECTIVITY POTENTIAL OF ATLANTIC FOREST LANDSCAPES VIA MOTH POLLINATION AND ATMOSPHERIC MODELING (RJ – MG)

RESUMO

A fragmentação florestal promove inúmeras alterações no funcionamento dos ecossistemas, principalmente por fenômenos microclimáticos. Pode levar à extinções de espécies menos tolerantes, facilitação da colonização de espécies invasoras, o predomínio de espécies primárias e a chegada de pragas, o que diminui a biodiversidade intra fragmentos. Do mesmo modo o isolamento de populações gera o empobrecimento genético, tornando-as mais suscetíveis à extinção quando da ocorrência de qualquer alteração dos habitats. A Mata Atlântica no Brasil possui de 7 a 15 % de cobertura remanescente em diferentes níveis de integridade e de sucessão ecológica. Diante disso, a legislação ambiental brasileira criou os mosaicos de Unidades de Conservação e os Corredores Ecológicos com a finalidade de conservar/preservar os remanescentes e recuperá-los para promover a conectividade ecológica, que garantiria a troca gênica entre populações e a elasticidade genética. No entanto projetos de restauração ecológica e de implementação de corredores ecológicos são executados sem nenhum planejamento ou estudos prévios, o que pode gerar mais problemas do que benefícios aos remanescentes. Este estudo apresenta como possibilidade de entendimento da conectividade a síndrome de polinização por mariposas, já que estas, podem se aproveitar de brisas para voar longas distâncias, conectando paisagens. Foi investigado o comportamento de voo, alimentar e sexual de 13 espécies de mariposas a partir de catálogo de referência e observações de campo na Reserva Ecológica do Guapiaçu (no município de Cachoeiras de Macacu -RJ), realizando-se estudos zoológicos e de modelagem atmosférica dos sistemas de brisas podendo identificar trajetórias potenciais de voo, que compõem um arranjo espacial. Os resultados indicam uma orientação espacial na qual mariposas podem conectar fragmentos de Mata Atlântica desde o litoral da Região Metropolitana do Rio de Janeiro até a Zona da Mata Mineira.

Palavras-chave: Conectividade Potencial; Polinização por Mariposas; Modelagem atmosférica; Mata Atlântica; Fragmentação Florestal.

ABSTRACT

Forest fragmentation promotes countless changes in ecosystem functioning, mainly owing to microclimatic phenomena, which could bring to extinction of species with more capped conditions, can also allow invasive species colonization, the predominance of primary species and growing presence of pests, which diminishes intra-fragment biodiversity. Likewise, the isolation of populations bring forth genetic impoverishment, making them more susceptible to extinction when any habitat change occurs. The Atlantic Forest in Brazil has 7 to 15% of remaining coverage at different levels of integrity and ecological succession. Therefore, Brazilian environmental legislation created the Conservation Units and Ecological Corridors mosaics in order to conserve and preserve the remnants to promote ecological connectivity, which would guarantee gene exchange between populations and genetic elasticity. However green restoration and green corridor implementation

 **Marcio Luiz Gonçalves D'Arrochella¹**

¹ – Secretaria de Estado e Educação do Rio de Janeiro (SEEDUC), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

Correspondência: mdarrochella@gmail.com

Recebido em: 25-05-2021

Aprovado em: 09-07-2021



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da Licença Creative Commons BY-NC-SA 4.0, que permite uso, distribuição e reprodução para fins não comerciais, com a citação dos autores e da fonte original e sob a mesma licença.

projects are carried out without any planning or prior studies, which can generate more problems than benefits to the remnants. This study presents as a possibility of understanding the moth pollination syndrome, since they can take advantage of breezes to fly long distances, connecting landscapes. The flight, feeding and sexual behavior of 13 moth species were investigated from reference catalog and field observations in the Guapiaçu Ecological Reserve (Cachoeiras de Macacu -RJ), and zoological and atmospheric modeling studies were performed. Thus, wind systems can identify potential flight paths that make up a spatial arrangement. The results indicate a spatial orientation in which moths can connect Atlantic Forest fragments from the coast of the Metropolitan Region of Rio de Janeiro to the Mata Mineira's zone.

Keywords: Potential Connectivity; Moths's pollination; Atmospheric modeling; Atlantic Forest; Forest fragmentation.

INTRODUÇÃO

A conectividade da paisagem pode ser definida como a capacidade da paisagem como um todo, de facilitar fluxos biológicos entre seus elementos, estruturas, arranjos e conexões (METZGER, 2006). Para as espécies que nela vivem, sua estrutura é percebida de diferentes maneiras. Por isso o autor enfatiza que ao se utilizar de uma espécie indicadora, a técnica de análise de métricas da paisagem, amplamente utilizadas pelos estudos de paisagem, numa perspectiva em que se valorizam as questões humanas, não é suficiente, pois as áreas de dispersão e fluidez de populações são distintas por conta de cada limite de tolerância.

Desse modo a estrutura da paisagem (matriz, manchas e corredores), bem como a escala a ser adotada dependem do uso que cada espécie lhe dá e da capacidade de dispersão o que definirá a extensão da paisagem. Quanto a funcionalidade, seria necessário reconhecer cada elemento da paisagem capaz de influenciar na sobrevivência ou extinção das espécies (como o tamanho e a qualidade dos fragmentos florestais), a capacidade de corredores em facilitar a dispersão e a capacidade da matriz em gerar barreiras (METZGER, *op. cit.*).

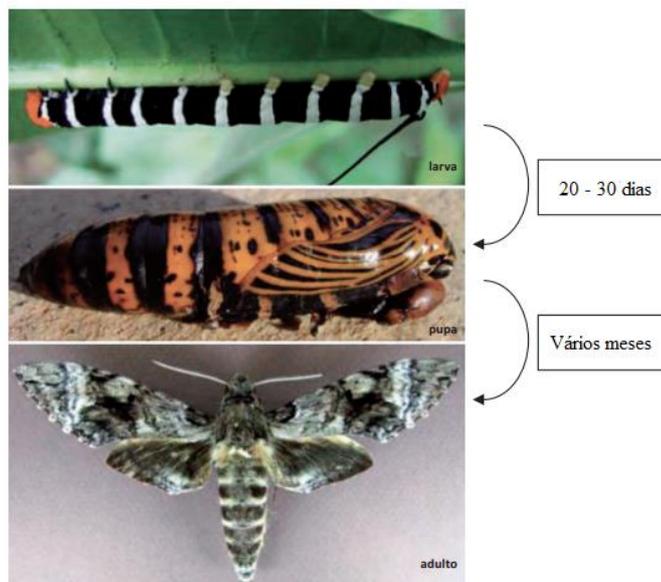
Pólen e sementes quando levados de um fragmento ao outro, permitem a troca genética e diminuem o efeito do isolamento de populações, podendo ser por dispersão ativa (vagilidade) quando a fauna leva sua genética cruzando com indivíduos de outro fragmento ou dispersão passiva (pagilidade) quando o vento, as águas dos rios ou os animais disparam pólenes e sementes (BROWN e LIMONINO, 2006).

Nas regiões tropicais são encontrados exemplos complexos de interações entre as flores e os agentes polinizadores. Os principais grupos de animais seriam os morcegos, pássaros, mariposas, borboletas, moscas, vespas e abelhas. Em comparação com a vegetação das áreas temperadas, pode-se identificar que a polinização tropical ocorre: 1) baixa proporção de plantas polinizadas pelo vento; 2) alta proporção de animais vertebrados agindo como polinizadores; 3) alta proporção de abelhas sociais como visitantes de flores (talvez agindo como polinizadores); 4) grandes distâncias entre as plantas das espécies de polinização cruzada obrigatória; 5) grande número de interações complexas entre certas plantas e seus polinizadores; e 6) padrões complexos de sincronia de polinização (JANZEN, 1980).

Os Lepidópteros são aproximadamente 146.000 espécies de borboletas e mariposas, sendo a 87% de hábitos noturnos e 13% diurnos. Nas regiões Neotropicais somam 7.100 e 7.900 (respectivamente), e no Brasil ocorrem entre 3.100 e 3.200 espécies (GIOVENARDI, 2007).

É possível caracterizar os Lepidópteros como seres holometabólicos, pois cumprem seu ciclo de vida em quatro etapas, a saber (Figura 1): a primeira é em ovo; a segunda fase como larval (conhecida popularmente como lagarta) se alimentando como herbívoros e crescendo; numa terceira fase de menor tempo de duração passa a forma de pupa, em que envolve-se em um casulo onde ocorrerão mudanças físicas como o surgimento de asas; finalmente a quarta fase, é a alada em forma de borboletas ou mariposas que irão se reproduzir e morrer (OLIVEIRA *et al.*, 2014). A quarta etapa dura em média dois meses, nos quais os lepidópteros podem voar longas distâncias pra se alimentar de néctar e podem promover a polinização.

Figura 1: As três últimas fases de vida de um lepidóptero.



Fonte : Oliveira *et al.* (2014).

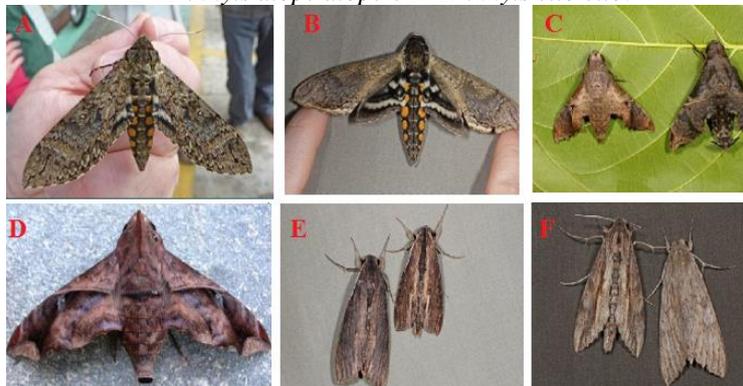
Segundo Wolowski *et al.* (2016) as mariposas são os lepidópteros menos estudados em áreas tropicais e a família dos Esfingídeos é uma das mais representativas na polinização. Estes insetos estão muito mais presentes em ambientes de baixa altitude e apresentam mais de 50 espécies. Em um estudo em área de Floresta de Alto Montana¹ região sudeste, se observou que as mariposas visitavam mais de 80 espécies de plantas. Tal conjuntura é a ideal para a área de estudo escolhida. Os mesmos autores afirmam que mariposas migram de restingas para áreas montanhosas durante a estação quente e chuvosa.

As mariposas (Figura 2) possuem hábito de voo noturno, intimamente relacionado com o aumento da temperatura e da precipitação, sendo também influenciado pelas fases da lua (VARELA-FREIRE, 2004). Os estudos de Laroca e Mielke (1975) na Serra do Mar no Paraná perceberam maior atividade de voo com céu encoberto, seguido de chuviscos ou nevoeiros, com temperatura elevada e ventos com velocidade moderada. Isto ocorreria pela necessidade da maioria das mariposas em buscar luz, o que faz com que elas migrem e permitam a dispersão de pólen. Áreas mais quentes tendem a ter maior abundância de mariposas. No entanto, isto não se reflete, no número de espécies

¹Florestas com altitude superior a 1600 m (WOLOWSKI *et al.*, 2016).

(MARINONI *et al.*,1999). Flores polinizadas por mariposas têm antese noturna, coloração pálida, néctar rico em sacarose, odor floral adocicado (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

Figura 2: Algumas espécies de mariposas encontradas em Cachoeiras de Macacu A -*Manduca difussa petuniae*, B- *Manduca hannibal almicar*, C- *Enyo lugubris lugubris* (fêmea e macho), D- *Enyo ocypete*, E- *Erinnyis alope alope* e F- *Erinnyis ello ello*.



Fonte: <http://regua.org/wp-content/uploads/2015/03/REGUA-moth-list-landscape.pdf>

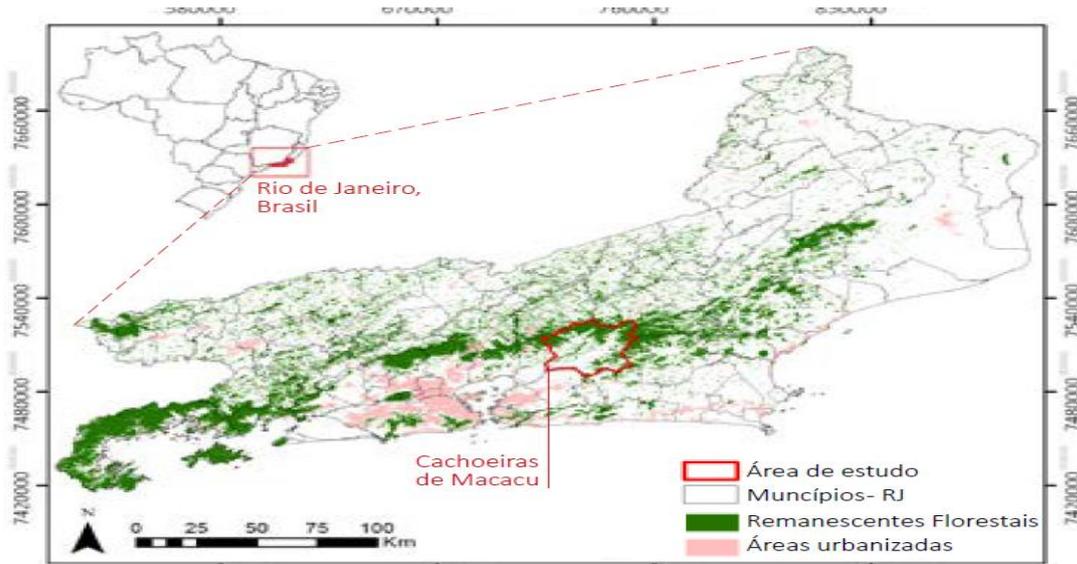
ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa se deu no município de Cachoeiras de Macacu (RJ), localizado nas bacias hidrográficas dos rios Macacu e Caceribu e sob domínio da bacia aérea metropolitana IV². Está localizado a nordeste da Baía de Guanabara no sopé da Serra dos Orgãos³ e compõe parte do Corredor Ecológico Central de Mata Atlântica do Estado do Rio de Janeiro (Figura 3).

² Bacias aéreas são pacotes atmosféricos superficiais encaixados na topografia e que podem influenciar no escoamento dos ventos, carregando material particulado (D'ARROCHELLA, 2019; FARIAS, 2012; OLIVEIRA, 2004). Tal tipo de delimitação espacial é utilizada pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA-RJ) para estudos de dispersão de poluentes atmosféricos.

³ Nome local para a Serra do Mar.

Figura 3: Localização do município de Cachoeiras de Macacu -RJ



Fonte: Pedras (2018)

Como área controle foi utilizada a Reserva Ecológica do Guapiaçu⁴ (REGUA) em que foram feitas observações sistemáticas de mariposas executados por Martin *et al.* (2011) que compuseram um catálogo de referência.

METODOLOGIA

Foram executados levantamentos de dados secundários sobre as espécies de mariposas mais representativas da área tendo por base de dados para a escolha das espécies de mariposas o de catálogo organizado por Martin *et al.* (2011), entrevista com um dos autores, o Dr. Jorge Bizarro e observações em campo. As espécies escolhidas foram: *Adhemarius daphne daphne*, *Enyo lugubris lugubris*, *Enyo ocypte*, *Erinnyis alope alope*, *Erinnyis ello ello*, *Manduca diffusa petuniae*, *Manduca hannibal almicar*, *Nyceryx coffaeae*, *Nyceryx riscus*, *Pseudosphix tétrio*, *Xilophanes chiron nechus*, *Xilophanes porcus continentalis* e *Xilophanes tersa tersa*.

Outra rotina se deu por meio da modelagem atmosférica com o uso de três modelos, a saber: BRAMS, GRADs e TC3D. Farias (2012) afirma que uma das maiores

⁴ A REGUA (Reserva Ecológica do Guapiaçu) é uma Reserva Particular do Patrimônio Nacional (RPPN), reconhecida pela Lei 9.985/2000 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação.

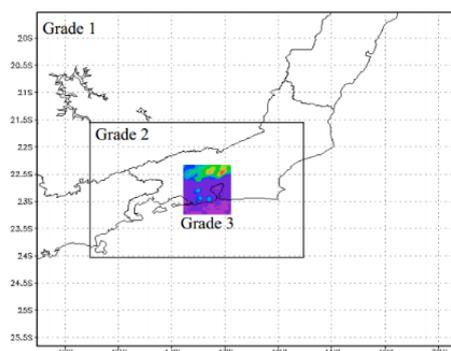
vantagens que a modelagem numérica da atmosfera nos traz é a possibilidade de obter campos de informações espacial e temporal muito mais amplos que as disponíveis na rede sinótica convencional. No entanto, relembra a necessidade de validação dos modelos para a realidade da atmosfera tropical, já que em sua maioria foram desenvolvidos para atmosferas das latitudes médias ou para uma escala global. O BRAMS, junto aos programas GRADS e Trajetórias Cinemáticas 3D (TC3D) são uma vantagem nesse sentido, pois sua validação foi adaptada à atmosfera tropical. Utilizando estes modelos é possível analisar possíveis conectividades e trajetórias via dispersão de mariposas para três escalas diferentes, sendo a grade três toda a bacia aérea, com a grade dois sua conexão com a região serrana à montante e na grade um toda a Serra do Mar.

O MODELO BRAMS E GRADS

O BRAMS consiste em um modelo numérico de escala regional adaptado do RAMS desenvolvido pela Universidade do Colorado, que permite gerar prognósticos de variáveis como temperatura, vento, umidade e precipitação. Ele resolve as equações da dinâmica atmosférica e possui inúmeros submodelos que relacionam solo-vegetação-atmosfera, trocas de fluxos turbulentos, transferências radiativas, microfísica de nuvens etc. (LEIVAS *et al.*, 2011).

Em associação ao BRAMS é necessário se utilizar do modelo GRADS que define a área em que serão gerados os dados atmosféricos. Sendo um modelo de meso escala, na conjuntura territorial brasileira, é possível gerar dados sob três escalas que não chegam ao nível de detalhamento de um bairro, mas também não alcançam os limites nacionais (Figura 4).

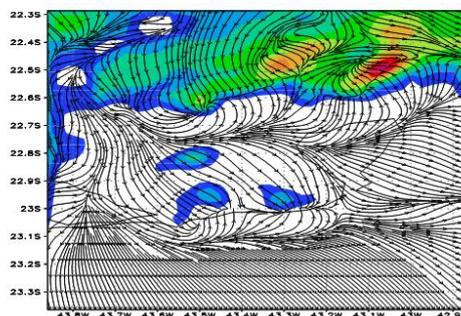
Figura 4: Escalas de análise do modelo GRADs



Fonte: Farias (2012)

De acordo com Farias (2012) o BRAMS foi adaptado para que representasse melhor o estado da atmosfera tropical. As equações utilizadas são a equação do movimento, equação da termodinâmica, equação da continuidade para a razão de mistura e a equação de continuidade de massa. Com as parametrizações gera-se informações sobre a radiação solar, processos úmidos (nuvens, precipitação líquido e gelo), calor sensível e latente, camadas do solo, superfícies de água, vegetação, ventos (Figura 5) dentre outros (MARCHIORI, 2006).

Figura 5: Campo de Ventos gerados pelo BRAMs



Brisa Terrestre

Fonte: Farias (2012)

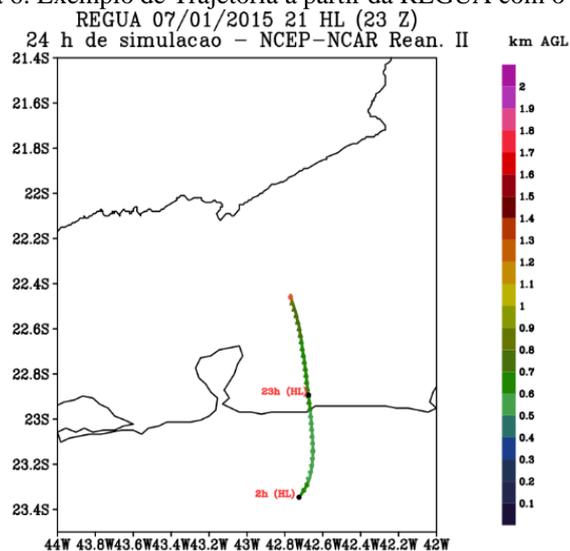
O MODELO DE TRAJETÓRIAS CINEMÁTICAS 3D (TC3D)

Para determinar as possíveis trajetórias de voo a partir do campo de vento (Figura 6), adotou-se o modelo de Trajetórias Cinemáticas 3D (TC3D), utilizado por Freitas (1999). Esse é um modelo tridimensional de método não convectivo que é aplicado sobre

superfície, permite a partir de dados de circulação de ventos, estimar direções e altitudes de partículas que estejam em suspensão na atmosfera⁵.

Foram feitas modelagens para eventos de lua nova⁶ em horário crepuscular (anoitecer, respeitando o horário de verão) para as quatro estações climáticas para os anos de 2015, 2016, 2017 e 2018, gerando um total de 16 resultados, que demonstram o comportamento do sistema de brisas terrestre e marítima a partir de um ponto escolhido, a REGUA.

Figura 6: Exemplo de Trajetória a partir da REGUA com o TC3D



Fonte: D'Arrochella (2019).

MAPEAMENTO DE SÍNTESE

Após rodar o modelo BRAMS, aplicar o GRADS e o TC3D foi necessário compatibilizar sua interface gráfica com uma imagem de satélite dos fragmentos florestais da área e adequar à escala da bacia aérea. Para tal foi utilizado o software

⁵ É necessário salientar que o modelo TC3D não apresenta em sua interface gráfica os detalhes da cobertura do solo e nem o relevo, utilizando apenas os recortes políticos sobre uma superfície plana toda branca. No entanto os vetores representados pelas trajetórias da partícula em ascensão apresentam cores que expressão sua altitude e pontos com horários nos quais podemos ter por base a velocidade dessa dispersão.

⁶ Mariposas são mais frequentes voando no céu em noites de lua nova, justamente pela baixa luminosidade.

ArcGis, com extensão ArcMap em que as imagens geradas pelo TC3D foram transpostas em formato JPEG para o ArcMap, permitindo o georreferenciamento.

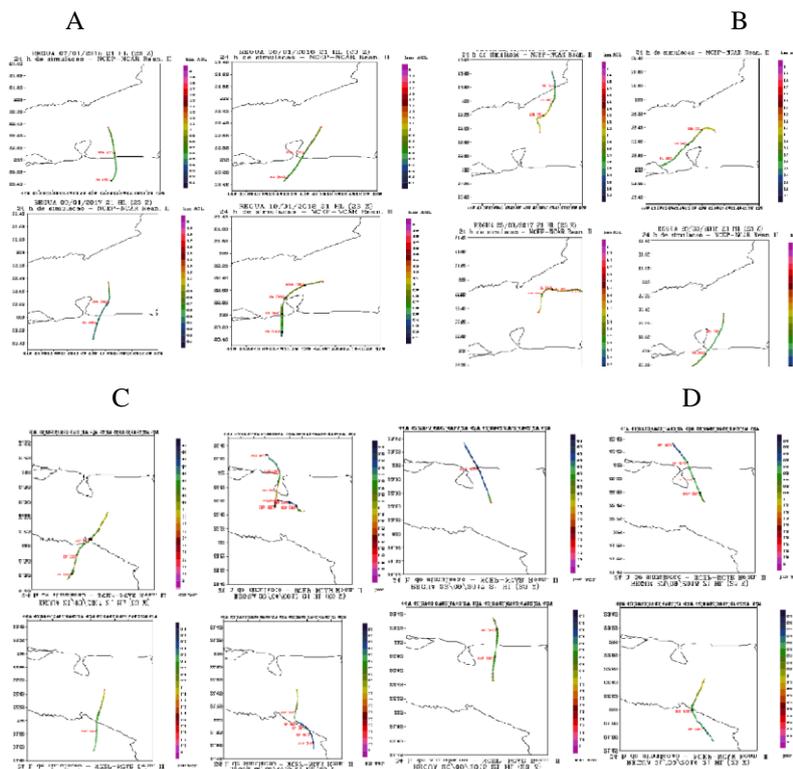
Após o georreferenciamento, cada uma das 16 imagens geradas pelo TC3D passou pelo processo de criação de um vetor sobre a trajetória simulada. Com os 16 vetores foi possível criar um layer para sobrepor à imagem de satélite do Google Earth.

As trajetórias de verão receberam a cor vermelha, as de outono amarela, inverno preta e a primavera com a cor rosa. O *layer* foi sobreposto na escala da grade dois do BRAMS para inferir sobre conectividade entre paisagens.

RESULTADOS

A aplicação dos três modelos gerou 16 resultados em escala equivalente a grade três demonstrando o comportamento de trajetórias (Figura 7).

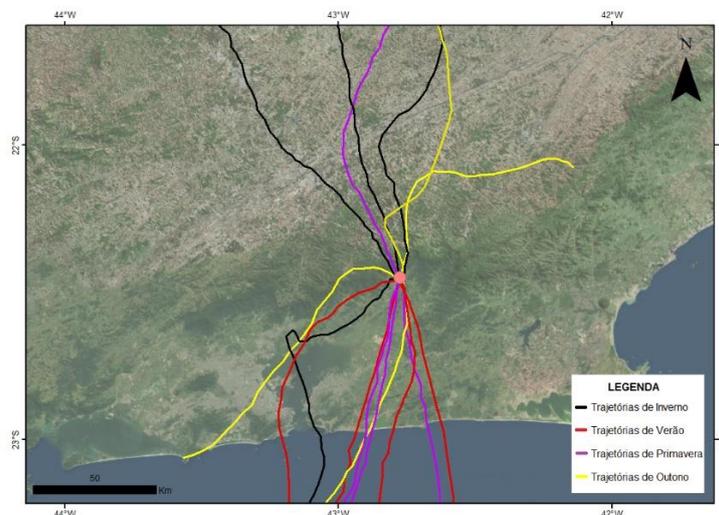
Figura 7: Direções predominantes das trajetórias potenciais de voo de mariposas em Cachoeiras de Macacu e paisagens arredores. A- Verão, B –Outono, C- Inverno e D-Primavera.



Fonte: D'Arrochella (2019).

Com a confecção do mapa na escala original para a grade dois do BRAMS (Figura 8) podemos entender o potencial de conectividade com outras paisagens, e partindo do princípio de que as mariposas podem cumprir toda a trajetória apresentada pelo modelo, a síndrome de polinização alcançaria áreas sob outras conjunturas ambientais e político-administrativas. Do mesmo modo, na escala apresentada, inúmeras unidades de conservação e fragmentos sem nenhuma proteção governamental podem se conectar com a REGUA, numa rede invisível de fixos e fluxos.

Figura 8: Mapa da conectividade potencial entre paisagens de Mata Atlântica via síndrome de polinização por mariposas a partir Cachoeiras de Macacu – RJ.



Dos 16 resultados da modelagem atmosférica acerca dos sistemas de brisa em horário crepuscular, dez foram brisa terrestre, com predomínio nos meses mais úmidos. Os seis eventos de brisa marítima, ocorreram predominantemente nos meses mais secos, notadamente outono e inverno.

As trajetórias na direção sul ultrapassam o limite do litoral, chegando ao oceano, mas em seu caminho atravessam os municípios de Itaboraí, Tanguá, Rio Bonito, Maricá e Saquarema. O que confere o potencial de conectividade com as paisagens de mar de morros de Itaboraí, áreas de floresta ombrófila submontana e de pastos abandonados de Rio Bonito e Tanguá, bem como as áreas de restingas e de mangues das lagoas de Maricá e Saquarema.

As três trajetórias na direção sudoeste permitiriam a conexão com os municípios de Guapimirim e Magé, que possuem mangues e floresta ombrófila submontana, o município de São Gonçalo, e importantes unidades de conservação com floresta ombrófila baixo e médio montana nos municípios do Rio de Janeiro e Niterói.

As trajetórias na direção norte chegam até o estado de Minas Gerais, e em seu caminho podem promover a potencial conectividade com as florestas ombrófilas de alto montana na Região Serrana do estado do Rio de Janeiro em que há importantes unidades de conservação nos municípios de Teresópolis e Nova Friburgo. Posteriormente podem atravessar o vale do rio Paraíba do Sul conectando os fragmentos de floresta estacionária semi decidual.

Ao final das trajetórias, é perceptível o alcance das florestas estacionárias da Zona da Mata Mineira, cujo a cobertura florestal é mais rarefeita, com milhares de pequenos fragmentos possivelmente perturbados e sob influencia direta do efeito de borda. Ferreira *et al.* (1986) em estudos realizados em Viçosa já apontavam a presença das espécies *Erinnyis ello*, *Erinnyis allope*, *Manduca diffusa*, *Xilophanes chiron*, *Xilophanes porcus* e *Xilophanes tersa*, que constam entre as espécies levantadas em Cachoeiras de Macacu (RJ).

É interessante perceber que tal síndrome de polinização via efeito das brisas não se mostrou presente nas direções leste- oeste, praticamente inexistindo qualquer tipo de conectividade entre Cachoeiras de Macacu com a Região da Costa Verde e a Região dos Lagos.

Nesse sentido, acredita-se que os fragmentos florestais de Mata Atlântica do município de Cachoeiras de Macacu, bem como suas bacia hidrográfica e aérea correspondentes, participam potencialmente de uma grande via de dispersão pelo sistema de brisas que se estende do litotal de Niterói, Maricá e Saquarema até Viçosa na Zona da Mata Mineira.

CONCLUSÕES

A partir da adaptação dos modelos utilizados para estudo da dispersão de poluentes para a dispersão de fauna, abriu-se precedente para a reflexão sobre orientação espacial de projetos de restauração ecológica e corredores ecológicos, mas utilizando-se como base uma síndrome de dispersão. Isso nos permite utilizá-la como um critério mais seguro para promover a conectividade entre entre fragmentos de Mata Atlântica via instalação de corredores ecológicos.

A orientação espacial encontrada a partir da aplicação da modelagem atmosférica indica a predominância do sentido norte/sul, o que difere da orientação dos projetos de restauração ecológica da área, que é sudoeste/nordeste, segundo o eixo dos rios da bacia hidrográfica do Guapiaçu.

Os estudos entomológicos sobre lepidopteros esfingídeos ainda limitam-se a descrição de espécies, seus hábitos alimentares e reprodutivos, bem como lugares de ocorrência, não havendo qualquer tipo de inferência sobre seu deslocamento. Nesse sentido, abre-se muito mais um questionamento do que uma afirmação de que tais trajetórias são reais, haja vista que nada se sabe ainda sobre que trajetórias são cumpridas entre mariposas em seus voos e que paisagens conectam.

Sobre o âmbito biogeográfico do estudo da fauna, a zoogeografia tão pouco desenvolvida por geógrafos, ganha uma singela contribuição às discussões teóricas, necessitando da aplicação de outras técnicas, notadamente de monitoramento para a confirmação da hipótese levantada nesse artigo.

AGRADECIMENTOS:

Dr. Jorge Bizarro da Reserva Ecológica do Guapiaçu (REGUA) pela acolhida nas análises de campo, Prof. Dr. André Scarambone Zau (LEF/UNIRIO) pela orientação teórica em Ecologia, e Prof. Dr. Jorge Luiz Fernandes Oliveira (PÓS GEO UFF) e ao Engenheiro José Maria de Castro Júnior (UFF) pela aplicação dos modelos BRAMS, GRADs e TC3D.

REFERÊNCIAS

- BROWN, J. H. e LIMONINO, M. V. **Biogeografia**. 2ª edição – Ribeirão Preto, SP: FUNPEC Editora, 2006.
- D,ARROCHELLA, M. L. G. **Potencial de conectividade de fragmentos florestais e paisagens de Mata Atlântica via polinização por mariposas e modelagem atmosférica em Cachoeiras de Macacu – RJ**. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal Fluminense, 2019.
- FARIAS, H. S. **Espaços de risco à saúde humana na Região Metropolitana do Rio de Janeiro: um estudo das trajetórias de poluentes atmosféricos no Arco Metropolitano, CSA e COMPERJ**. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal Fluminense, 2012.
- FERREIRA, P. S. F.; MARTINS, D. S. e HÜBNER, N. Levantamento, flutuação e análise entomofaunística em mata remanescente da Zona da Mata, Viçosa, Minas Gerais. I. Sphingidae: Lepidoptera. **Revista Ceres**. 33(190):516-527, 1986.
- FREITAS, S. R. **Modelagem de dados espectrais na análise de padrões de fragmentação florestal na Bacia do rio Guapiaçu (RJ)**. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro – RJ, 2004.
- GIOVENARDI, R. **Estudo da diversidade de borboletas (Lepidoptera, rhopalocera) em 2 localidades no município de Frederico Westphalen, RS, Brasil**. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Animal), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2007.
- JANZEN, D. H. **Ecologia Vegetal nos Trópicos**. – São Paulo: EPU: Ed. Da USP, 1980.
- LAROCA, S. e MIELKE, O. H. H. Ensaio sobre ecologia de comunidades em Sphingidae na Serra do Mar, Paraná, Brasil (Lepidoptera). **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 35, nº1, p. 1-19, 1975.
- LEIVAS, J. F.; RIBEIRO, G. G.; SARAIVA, I.; SANTO, J. S. E.; SOUZA, M. B.; FILHO, J. R. Avaliação dos prognósticos de precipitação simulada pelo modelo BRAMS na Amazônia Ocidental na estação chuvosa. **Acta Amazônica**. Vol. 41 (3), 2011.
- MARCHIORI, L. A. C. **Avaliação da estimativa da evapotranspiração obdita através do modelo BRAMS visando o uso de um modelo de estimativa de rendimento da soja no Rio Grande do Sul**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto). Programa de Pós Graduação em Sensoriamento Remoto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- MARINONI, R. C.; DUTRA, R. R. C. e MIELKE, O. H. H. Levantamento da fauna entomológica no estado do Paraná: Sphingidae (Lepidoptera). Diversidade alfa e estrutura de comunidade. **Revista Brasileira de Zoologia**. 16 (supl. 2): 223-240, 1999.

MARTIN, A.; SOARES, A.; BIZARRO, J. **Guia dos Sphingidae da Serra dos Órgãos – Sudeste do Brasil**. REGUA publications, 2011.

METZGER, J. P. Como lidar com regras pouco óbvias para a conservação da biodiversidade em paisagens fragmentadas. **Natureza & Conservação**. Vol. 4, nº 2, pp. 11-23, 2006.Pr

OLIVEIRA, J. L. F. **Análise Espacial e Modelagem Atmosférica: Contribuições ao gerenciamento da Qualidade do Ar da Bacia Aérea III da Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004.

OLIVEIRA, R.; DUARTE JUNIOR, J. A.; RECH, A. R.; ÁVILA JUNIOR, R. S. Polinização por lepidópteros. In: RECH, A. R.; AGOSTINI, K.; OLIVEIRA, P. E.; MACHADO, I. C. **Biologia da Polinização**. Revisora Editorial Ceres Belchior – Rio de Janeiro, 2014.

PEDRAS, A. B. V. **Uso de métricas de paisagem na priorização espacial para a restauração ecológica no município de Cachoeiras de Macacu - RJ**. Monografia (Especialização Analise Ambiental e Gestão do Território). Escola Nacional de Ciências Estatísticas, Rio de Janeiro, 2018.

VARELA-FREIRE, A. A. **Atividade de voo de esfingídeos (Lepidoptera: bomicodea sphingídea) em área protegida da Caatinga, Estação Ecológica do Seridó, Serra Negra do Norte/RN**. Dissertação (Mestrado em Entomologia) no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus, AM, 2004.

WOLOWSKI, M.; NUNES, C. E. P.; AMORIM, F. W.; VIZENTIN-BUGONI, J.; AXIMOFF, I; MARUYAMA, P. K.; BRITO, V. L. G. e FREITAS, L. Interações planta-polinizador em vegetação de altitude na Mata Atlântica. **Oecologia Australis**. 20(2): 7-23, 2016.